

**Sputterkammer sowie Vakuumtransportkammer und Vakuumbehandlungsanlagen mit solchen Kammeren**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sputterkammer mit mindestens einer Sputterquelle mit zu einer Zentralachse mindestens genähert symmetrischer Sputterneufläche, weiter mit einem Substratträger, der getrieben um eine Substratträgerachse drehbar ist, wobei Zentralachse und Substratträgerachse zueinander schief stehen, dies gemäss Oberbegriff von Anspruch 1.

- 10 Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vakuumbehandlungsanlage mit einer derartigen Sputterkammer nach dem Oberbegriff von Anspruch 16, eine Vakuumtransportkammer für scheibenförmige Werkstücke nach demjenigen von Anspruch 17 und schliesslich eine Vakuumbehandlungsanlage mit einer derartigen
- 15 Vakuumtransportkammer nach dem Oberbegriff von Anspruch 29.

Aus der US 4 818 561 sowie der US 4 664 935 sind Sputterkammern der eingangs genannten Art bekannt. Die Zentralachse der Sputterquelle ist bezüglich einer Rotationsachse eines Substratträgers schiefwinklig angeordnet. Der Substratträger wird um die

20 Substratträgerachse getrieben in Rotation versetzt. Mit dieser Sputterkammer werden Beschichtungsgleichförmigkeiten von besser als  $\pm 4 \%$  an Wafern erreicht, deren Durchmesser bis 200 mm betragen können.

Sowohl bei der Fertigung von Speicherscheiben, dabei insbesondere von optischen Speicherscheiben, wie von Mini Disks oder

25 CDs, weiter bei der Fertigung von Mastern, aber auch für die Herstellung piezoelektrischer Wafer, von Wafern für die Halbleiterfertigung, dabei speziell auch für Wafer für die Imple-

mentierung von SAW (Surface Acoustic Waves) ist es von hoher Wichtigkeit, eine gleichförmige Schichtdickenverteilung zu erreichen, die mindestens gleich gut, wenn nicht besser ist als die mit den vorbeschriebenen Sputterkammern erreichbare. Hinzu sollten die Beschichtungsraten möglichst hoch sein, um möglichst kurze Beschichtungszeiten und damit möglichst hohe Produktionsraten zu erzielen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sputterkammer eingangs genannter Art vorzuschlagen, mittels welcher bei erhöhten Beschichtungsraten Schichtdickenhomogenitäten gar besser als mit den vorbekannten Sputterkammern erreichbar sind.

Dies wird durch Realisation der erfindungsgemässen Sputterkammer nach dem Kennzeichen von Anspruch 1 erreicht, nämlich dadurch, dass die Sputterquelle eine Magnetronsputterquelle ist.

Während bei einer üblichen Sputterquelle die Sputterfläche des Targets im wesentlichen gleichförmig abgetragen wird, verhält sich dies bei Magnetronsputterquellen völlig anders. Aufgrund des den Magnetronsputterquellen eigenen, über der Sputterfläche des Targets aufgebauten, in sich geschlossen tunnelförmigen Magnetfeldes ergibt sich auf der Sputterfläche ein umlaufender Erosionsgraben, welcher mit zunehmender Abstäubungszeit die Richtungscharakteristik des abgestäubten Targetmaterials variiert. Sind mehrere Tunnelfelder vorgesehen, ergeben sich gegebenenfalls umlaufende Erosionsgraben.

Wohl ergeben Magnetronsputterquellen höhere Abstäubungs- und damit auch Beschichtungsraten als übliche Sputterquellen, sind aber bezüglich der erzielbaren Gleichförmigkeit der Schichtdicken wesentlich kritischer. Um so erstaunlicher ist es, dass durch erfindungsgemässen Einsatz einer Magnetronsputterquelle

5

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Sputterkammern sind in den Ansprüchen 2 bis 15 spezifiziert.

10

25

Ausschleuszyklen von zu beschichtenden bzw. beschichteten Substraten führt.

Bevorzugte Ausführungsformen der auch für sich betrachtet erfindungsgemässen Vakuumtransportkammer sind in den Ansprüchen 18 bis 28 spezifiziert, der erfindungsgemässen Vakuumbehandlungsanlage mit einer derartigen Transportkammer in den Ansprüchen 29 bis 32.

Im weiteren bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung beschichteter Datenspeicherscheiben oder von Wafern nach dem Wortlaut von Anspruch 34.

Die erfindungsgemässe Sputterkammer, Transportkammer sowie die erfindungsgemässen Anlagen eignen sich insbesondere für die Beschichtung optischer Datenspeichersubstrate, weiter von Mastern für die Fertigung derartiger optischer Datenspeicherscheiben oder von piezoelektrischen Wafern oder Wafern für die Halbleiterfertigung.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch, eine erfindungsgemässe Sputterkammer;

Fig. 2: die Aufsicht auf eine Substratträgeranordnung, wie sie an der erfindungsgemässen Sputterkammer nach Fig. 1 vorgesehen ist, zur Definition der Verhältnisse bezüglich darauf abgelegter Substrate;

Fig. 3: schematisch, die Anordnung von Substratträger und Magnetronsputtertarget an einer erfindungsgemässen Sputterkammer zur Definition der gegenseitigen geometrischen Lageverhältnisse;

Fig. 4: in einer Darstellung analog zu Fig. 1, eine erfindungsgemässe Sputterkammer mit Doppelmagnetronquelle;

Fig. 5: wiederum schematisch, eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Sputterkammer, bei der ein Prozessraum abgetrennt wird;

Fig. 6: schematisch, in Seitenansicht und teilweise gebrochen, eine erfindungsgemässe Vakuumbehandlungsanlage mit einer erfindungsgemässen Sputterkammer in einer Ausführungsvariante;

Fig. 7: eine Aufsicht auf eine prinzipiell wie die Anlage nach Fig. 6 aufgebaute erfindungsgemässe Vakuumbehandlungsanlage mit mehreren Behandlungsstationen und einer Ein-/Austrittsschleuse;

Fig. 8: teilweise vereinfacht, eine erfindungsgemässe Transportkammer, kombiniert mit einer erfindungsgemässen Sputterkammer zur Bildung einer erfindungsgemässen Vakuumbehandlungsanlage bevorzugter Bauform;

Fig. 9: eine Aufsicht auf die Transportkammer nach Fig. 8, entsprechend der Schnittlinie II-II von Fig. 8, und

Fig. 10: über dem Substratradius abgetragene Schichtdicken als Resultat beschriebener Beschichtungsversuche.

In Fig. 1 ist schematisch eine erfindungsgemässe Sputterkammer dargestellt. Sie umfasst eine Magnetronsputterquelle 1. Über der Sputterfläche 3 einer (nicht dargestellten) Targetanordnung der Magnetronsputterquelle 1 ist schematisch das um die Zentralachse Z der Quelle 1 in sich geschlossene, umlaufende, tunnelförmige Magnetronmagnetfeld H dargestellt. In Aufsicht, d.h.

in Richtung der Zentralachse Z betrachtet, kann die Sputterfläche 3 der Magnetronquelle 1 rechteckig, quadratisch, elliptisch etc. ausgebildet sein, ist aber bevorzugterweise bezüglich der Zentralachse Z rotationssymmetrisch. Jedenfalls liegt aber die Zentralachse Z in einer Symmetrieebene der in Aufsicht betrachteten Sputterfläche 3. Im weiteren kann die Sputterfläche, in ihrem Neuzustand als Sputterneufläche bezeichnet, wenigstens im wesentlich plan sein oder eine konkave Fläche definieren. Es kann ein einziges um die Zentralachse Z umlaufendes, tunnelförmiges, in sich geschlossenes Magnetfeld H vorgesehen sein, zwei oder mehr.

Das eine oder die mehreren vorgesehenen, um die Zentralachse Z in sich geschlossen umlaufenden Magnetronfelder H können weiter zeitlich stationär oder zeitlich variierend ausgebildet sein, wie durch Vorsehen bewegter Magnetanordnungen unterhalb der Targetanordnung mit Permanent- und/oder Elektromagneten bzw. erzeugt durch zeitlich selektiv angesteuerte Elektromagnete.

Zurückkommend auf Fig. 1 weist die erfindungsgemässe Sputterkammer einen Substratträger 5 auf, welcher getrieben - 6 - um eine Substratträgerachse A drehbeweglich ist. Der Substratträger 5 ist so ausgebildet, dass er ein Einzelsubstrat 7, bevorzugt zur Substratträgerachse A zentriert, oder, bevorzugt ebenso zentriert, mehrere Substrate 7a aufnehmen kann, Fig. 2. Dabei kann das eine Substrat 7 oder auch die mehreren 7a den Substratträger 5 durchaus und wie in Fig. 2 bei 7' bzw. 7a' dargestellt überlappen.

Wird im Folgenden vom Durchmesser  $\phi$ , gesprochen, so bedeutet diese Grösse

sen die beiden bevorzugterweise einen Winkel  $\beta$  ein, für den gilt:

$$30^\circ \leq \beta \leq 60^\circ,$$

dabei bevorzugt

5  $40^\circ \leq \beta \leq 55^\circ,$

insbesondere bevorzugt

$$43^\circ \leq \beta \leq 50^\circ,$$

dabei ganz besonders bevorzugt einen Winkel  $\beta \approx 45^\circ$ .

10 Mit genauer Einhaltung dieses Winkels  $\beta$  wird die Gleichförmigkeit der Dicke der abgelegten Schicht optimiert.

Wie in Fig. 3 schematisch dargestellt, liegt der Ort L geringsten Abstandes von Zentralachse Z und Substratträgerachse A bevorzugt mindestens genähert auf dem Zentrum des Substratträgers 5, dabei weiter bevorzugt auf der zu beschichtenden Oberfläche  
15 eines - zentrierten - Substrates 7, 7'.

Die erfindungsgemäße Sputterquelle kann im Raum beliebig orientiert angeordnet werden.

Wie sich aus Fig. 3 weiter ergibt, ist die Projektion der Substratfläche auf eine Ebene  $E_z$  senkrecht zur Zentralachse Z  
20 vorzugsweise kleiner als die Projektion der Sputterneufläche auf diese Ebene  $E_z$ .

In Fig. 3 ist weiter qualitativ der sich im Betrieb auf der Sputterfläche ausbildende, um die Zentralachse Z umlaufende Erosionsgraben 15 dargestellt bzw. eines zweiten 15a, wenn zwei

umlaufende, in sich geschlossene, tunnelförmige Magnetfelder realisiert werden.

Es bezeichnet  $r_{\text{r}}$  bezüglich der Zentralachse Z den Radius des Ortes grösster Erosionstiefe des radial äussersten Erosionsgrabs 15.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Sputterkammer ergibt sich zwischen diesem Radius  $r_{\text{r}}$  und dem Abstand D zwischen Sputterneuflache und dem Ort L bzw. zwischen Sputterneuflache und Substratträger 5

$$1/4 \leq r_{\text{r}} / D \leq 2/3.$$

Im weiteren gilt gemäss Fig. 3 für den Durchmesser  $\phi_{\text{r}}$  der Projektion einer rotationssymmetrischen Sputterneuflache auf die Ebene  $E_z$  und besagtem Abstand D bevorzugterweise

$$3/4 \leq \phi_{\text{r}} / D \leq 2,$$

dabei insbesondere, dass gilt

$$\phi_{\text{r}} \approx 1,2 D.$$

Bezüglich des Durchmessers  $\phi_{\text{s}}$  (siehe Definition oben) gilt mit Bezug auf den erwähnten Abstand D, bevorzugterweise

$$\phi_{\text{s}} / D \leq 1,8.$$

Im weiteren gilt in bevorzugter Ausführungsform bezüglich des erwähnten Durchmessers  $\phi_{\text{s}}$  und des erwähnten Sputterflächen- bzw. Sputterflächenprojektions-Durchmessers  $\phi_{\text{r}}$  bevorzugterweise

$$0,5 \leq \phi_{\text{s}} / \phi_{\text{r}} \leq 2,4,$$



bevorzugterweise

$$1 \leq \phi_s / \phi_T \leq 2,4.$$

Insbesondere bei sich mindestens genähert wie in Fig. 3 dargestellt schneidenden Achsen Z und A ergeben die angegebenen Dimensionierungsvorschriften eine optimale Ausnützung des vom Target 4 abgesputterten zu dem auf das oder die Substrate abgelegten Material, nämlich von mindestens 10 %. Dabei sind Schichtdickenabweichungen entlang der beschichteten Substratflächen von höchstens  $\pm 1$  % erreichbar, ohne dass dabei, insbesondere an einem planen Rundtarget, bezüglich der Ausbildung der Erosionsgräben besondere Vorkehrungen getroffen werden müssten.

Die erwähnten Dimensionierungsvorschriften führen zusätzlich zu folgenden Vorteilen:

- minimale Empfindlichkeit der resultierenden Gleichförmigkeit der Schichtdicken auf Variationen von D und somit auch auf die zunehmende Erosion des Targets im Laufe seiner Lebensdauer;
- minimale Empfindlichkeit der Gleichförmigkeit der Schichtdicken auf Änderungen des oder der Erosionsprofile;
- minimale Empfindlichkeit der Gleichförmigkeit der Schichtdicken auf Positionierungsfehler des oder der Substrate am Substratträger 5.

In besonders bevorzugter Ausführungsform gilt:

$$50 \text{ mm} \leq \phi_s \leq 400 \text{ mm},$$

dabei bevorzugterweise

$$50 \text{ mm} \leq \phi_s \leq 300 \text{ mm},$$

dabei insbesondere bevorzugt und insbesondere für Einzel-  
substrate zentriert zur Substratträgerachse A, Durchmesser  $\phi_s$   
5 von 64 mm (insbesondere für Mini Disks), 120 mm (insbesondere  
für CDs), 160 bis 240 mm (für CD Master) eingesetzt. Für das  
hochgenaue Ablegen von Schichten auf piezoelektrischen Wafern  
wird die Subtrathalterung bevorzugterweise für Substratdurch-  
messer von mindestens 75 mm ausgelegt, für die Behandlung von  
10 Wafern für die Halbleiterfertigung für die Aufnahme von Wafern  
mit Durchmessern zwischen 150 und 300 mm.

Wie in Fig. 4 schematisch dargestellt, können zwei oder mehr  
Quellen 10a, 10b, wovon mindestens eine eine Magnetronquelle  
ist, gleichzeitig oder abwechselnd auf denselben Substratträger  
15 5 bzw. die darauf plazierte Substrate wirken. Dadurch wird es  
möglich, beispielsweise Legierungen unter Einhaltung der eingangs  
erwähnten Anforderungen abzulegen oder weitere Verbindungen un-  
ter Einbezug der Möglichkeit, auch reaktiv zu sputtern. Durch  
genaue Positionierung des Substratträgers 5 in der Z- und X-  
20 Richtung lassen sich dabei die quellenspezifischen Beschich-  
tungseigenschaften einstellen.

In Fig. 5 ist wiederum schematisch eine weitere bevorzugte Aus-  
führungsform der erfindungsgemässen Sputterquelle dargestellt.  
Die Magnetronquelle 1 und der Substratträger 5 bzw. darauf ab-  
25 gelegte Substrate schliessen, in Bearbeitungsposition, einen  
Prozessraum PR ab, indem sich Substratträger 5 oder ein  
Substrat selber soweit an Seitenwände 22 der Vakuumkammer an-  
schmiegen, dass die freie Drehbewegung  $\omega$  noch gewährleistet  
ist. Hierzu kann, wie in Fig. 5 dargestellt, der Substratträger

5 nicht nur getrieben in die erwähnte Rotationsbewegung  $\omega$  versetzt, sondern bevorzugt auch linear in Bearbeitungsposition angehoben bzw. von ihr abgesenkt werden. Durch Abkopplung des Prozessraumes P von übrigen Kammerpartien, insbesondere mit bewegten Teilen, wird die Partikelkontamination während des Beschichtens reduziert.

10 In Fig. 6 ist schematisch eine erste Ausführungsvariante einer erfindungsgemässen Vakuumbehandlungsanlage mit mindestens einer erfindungsgemässen Sputterkammer 20 dargestellt. Die Sputterkammer 20 mit der Magnetronquelle 21, welche zu Wartungszwecken bzw. Targetwechsel wie gestrichelt dargestellt aufklappbar ist, ist an einer Transportkammer 23 angeflanscht. In der Transportkammer 23 wirkt eine Transporteinrichtung 27, welche um eine Drehachse B mittels eines Antriebes 25 drehbeweglich ist. Es ragen von der Drehachse B ein, zwei oder mehr (siehe Fig. 10) Transportarme 29 mit mindestens einer bezüglich der Achse B radialen Komponente nach aussen und tragen je Substratträger 31. Die Substratträger 31 können - wie mit dem Doppelpfeil F dargestellt - getrieben ausgefahren, insbesondere in Bearbeitungsposition gebracht werden bzw. rückgeholt werden, und weiter - wie vorerläutert wurde - um die Achse A der Substratträger 31 getrieben rotiert werden.

25 In Fig. 7 ist in Aufsicht eine Anlage analog zu derjenigen von Fig. 6 mit mehreren Behandlungsstationen dargestellt, wovon mindestens eine eine erfindungsgemässe Sputterkammer ist.

An der Transportkammer 29 direkt oder via weitere Transportkammern ist mindestens eine Schleusenkammer 33 vorgesehen, mittels welcher die zu behandelnden Substrate von der Umgebungsatmosphäre in Vakuum eingeschleust bzw. vom Vakuum in die Umge-

bungsatmosphäre ausgeschleust werden. Ab Einschleusen werden die Substrate durch eine oder mehrere Transporteinrichtungen, gegebenenfalls nach Durchlaufen weiterer Behandlungsschritte, an eine erfindungsgemässe Sputterbeschichtungsstation - wie der Station 21 von Fig. 6 - zugeführt.

In Fig. 8 ist, einerseits, eine an sich erfindungsgemässe Transportkammer dargestellt, kombiniert mit einer erfindungsgemässen Magnetronsputterkammer vorerläuterter Art, damit, anderseits eine erfindungsgemässe Anlage bildend.

Fig. 9 zeigt dabei eine Schnittdarstellung gemäss Linie II-II durch die Anordnung nach Fig. 8. Die Kombination der noch zu beschreibenden Transportkammer und Schleusenkammer mit der erfindungsgemässen, vorbeschriebenen Magnetronsputterkammer ergibt eine höchst kompakte Anlagenkonfiguration mit kurzen Schleus- und Transportzyklen und - aufgrund der erfindungsgemässen Sputterkammern - ebenso kurzen Beschichtungszyklen.

Die erfindungsgemässe Vakuumtransportkammer 41 weist einen Innenraum 43 auf, welcher einerseits durch eine Grundplatte 45 begrenzt ist, andererseits durch eine Seitenwandstruktur 47 sowie eine der Grundplatte 45 gegenüberliegende Abdeckungsstruktur 49. Die Innenfläche der Abdeckungsstruktur 49 kann dabei vorzugsweise von der Innenfläche der Grundplatte 45 mit einem Abstand  $d$  beabstandet sein, welcher bevorzugterweise höchstens gleich ist wie die Dicke  $D$  der Grundplatte 45, vorzugsweise und wie dargestellt gar wesentlich geringer.

In der Abdeckungsstruktur 49 der erfindungsgemässen Transportkammer sind Werkstückdurchreiche-Öffnungen 51 vorgesehen, an der in den Figuren 8 und 9 dargestellten, bevorzugten Ausführ-

5

10

15

20

25

500012 0 12.01.00

Schwenkwinkeln  $\phi$  von höchstens  $120^\circ$ , bevorzugt von höchstens  $90^\circ$ .

In der bevorzugten dargestellten Ausführungsform ist an der einen Öffnung 51 eine Schleusenkammer integriert. Die eine Öffnung, 51a, ist mit einem Deckel 65 versehen, welcher, wie aus Fig. 8 ersichtlich, motorisch getrieben um eine Schwenkachse 67 schwenkbar ist. Diese Achse ist bevorzugterweise zwischen den Öffnungen 51 gelegen. Der Deckel 65 dichtet mit Dichtungen 69 gegen äussere Umrandungspartien der Öffnung 51a an der Abdeckungsstruktur 49, welche Dichtungen 69 in geschlossenem Zustand ggf. von dem noch zu beschreibenden linearen motorischen Deckelantrieb verspannt werden.

In Fig. 8 ist die Werkstückaufnahme 61 sowohl in Ausrichtung mit der Öffnung 51a wie auch in Ausrichtung mit der weiteren Öffnung 51, 51b dargestellt. Im Bereich der Öffnung 51a ist an der inneren Öffnungsumrandungsfläche der Abdeckungsstruktur 49 eine Dichtungsanordnung vorgesehen, bevorzugt in Form einer hydraulisch, vorzugsweise aber einer pneumatisch betätigbaren, expandierbaren Dichtung 71, welche über einen Anschlussstutzen 73 druckmediumbeaufschlagt wird. Durch Druckbeaufschlagung der expandierbaren Dichtung 71 wird diese dichtend an den Umrandungsbereich der Werkstückaufnahme 61 gepresst. Um diese periphere Dichtungsbelastung verzugsfrei aufzunehmen, ist die Werkstückaufnahme 61 grundplattenseitig, insbesondere in ihrem Peripheriebereich, widergelagert. In der dargestellten, bevorzugten Ausführungsform erfolgt diese Widerlagerung mittels einer weiteren umlaufenden, hydraulisch, aber bevorzugt pneumatisch betätigbaren bzw. expandierbaren Dichtung 75, welche über einen oder mehrere Anschlüsse 77 druckmediumbeaufschlagt wird. Wie dargestellt, können sich die umlaufenden Dichtungen 71 und

75, jeweils an Grundplatten- und Abdeckungsstruktur-Innenflächen, gegenüberliegen, können aber auch ggf. versetzt sein, jedenfalls nehmen sie zwischen sich, druckbeaufschlagt, die Werkstückaufnahme 61 dichtend verspannend auf.

- 5 Die Dichtung 75 schliesst ein verbleibendes Kammervolumen 79 zwischen Unterseite der Werkstückaufnahme 61 und Innenfläche der Grundplatte 45 ab. Dieses Volumen sowie die eigentliche Schleusenkammer zwischen geschlossenem Deckel 65 und peripher gedichteter Oberseite der Werkstückaufnahme 61 wird durch eine
- 10 Zentrumsöffnung 81 (siehe auch Fig. 9) an der Werkstückaufnahme 61 und einen bezüglich der Öffnungsachse  $Z_{s1}$  bevorzugt zentrierten Pumpanschlussstutzen 83 an der Grundplatte 45 abgepumpt. Zur weiteren Reduktion des Schleusenkammervolumens ist der Deckel 65, wie in Fig. 8 ersichtlich, gegen die Werkstück-
- 15 aufnahme 61 hin soweit eingebuchtet, dass seine Innenfläche ein auf der Aufnahme 61 gehaltenes Werkstück 85 gerade nicht berührt.

Ist das Werkstück 85, wie beispielsweise bei Speicherscheiben, insbesondere optischen Speicherscheiben, mit einer Zentrumsöffnung versehen, so erfolgt der Durchgriff von Pumpstutzen 83 auf

20 das Schleusenkammervolumen oberhalb des Werkstückes ungehindert durch diese Zentrumsöffnung des Werkstückes hindurch. Ist das scheibenförmige Werkstück ohne Zentrumsöffnung ausgebildet, so können (nicht dargestellt) radiale Verbindungskanäle in der

25 werkstückzugekehrten Oberfläche der Werkstückaufnahme 61 diesen Durchgriff verbessern, beispielsweise ein Netz von radialen Nuten.

Die in den Figuren 8 und 9 dargestellte, bevorzugte, höchst kompakte Vakuumbehandlungsanlage verwendet die erfindungsgemäs-

se Transportkammer mit nur gerade zwei Öffnungen 51, nämlich Öffnung 51a und 51b. Während, wie erläutert wurde, an der Öffnung 51a eine kleinstvolumige Schleusenkammer integriert ist, ist an der zweiten Öffnung 51b eine Werkstückbehandlungsstation angeflanscht. In der dargestellten Anlagenrealisationsform, insbesondere für das Sputterbeschichten von kreisscheibenförmigen Werkstücken, insbesondere von Speicherscheiben, dabei insbesondere von optischen Speicherscheiben, ist an der Öffnung 51b die erfindungsgemässe Sputterstation 80 montiert.

Die Zentralachse  $Z_s$  der Sputterquelle 80 ist dabei von der anderen Öffnung 51a weggeneigt, derart, dass am Montageflansch 82 für die geneigt montierte Sputterquelle 80 der Linearantrieb 83 für die Schwenkbewegung des Deckels 65 montiert werden kann.

An der dargestellten Sputteranlage ist an der Werkstückaufnahme 61 ein zentraler Teil 84 abhebbar. An der Grundplatte 45 ist ein Hub- und Drehantrieb 86 montiert, ausgerichtet auf die Achse  $Z_{s1b}$ . Ist die Werkstückaufnahme 61 in der Öffnung 51b zentriert, so wird mit dem Antrieb 86, wie mit F in Fig. 8 dargestellt, mit dem zentralen Teil 84 das Werkstück 85 in Bearbeitungsposition bezüglich der Sputterquelle 80 hochgehoben und gleichzeitig, wie mit  $\omega$  dargestellt, in Umdrehung versetzt.

Die Sputterquelle 80 ist in bevorzugter Ausführungsform um eine Achse 87 schwenkgelagert montiert, welche Achse 87, bezüglich der Öffnung 51b, der Achse 67 des Deckels 65 gegenüberliegt und diesbezüglich parallel ist. Damit wird erreicht, dass die Sputterquelle 80 ohne Beeinträchtigung des Deckelantriebs 83 am Flansch 82, wie zu Wartungszwecken oder zum Targetersatz, abgeklappt werden kann, wie dies in Fig. 8 mit  $\Omega$  dargestellt ist.



Mit der erfindungsgemässen Transportkammer und der erfindungsgemässen Vakuumbehandlungsanlage wird eine höchst kompakte Transportweg-optimierte, konstruktiv einfache Anlage bzw. Kammer geschaffen, welche einen hohen Durchsatz ermöglicht, bei  
5 Realisation höchst gleichförmiger Beschichtungs-Schichtdicken. Sie eignet sich insbesondere für den Transport bzw. die Behandlung kreisscheibenförmiger Werkstücke, dabei insbesondere für Speicherscheiben, ganz besonders für die Behandlung optischer Speicherscheiben.

10 Mit einer erfindungsgemässen Anlage gemäss den Figuren 8 bzw. 9 wurden, bezüglich der Substratträgerachsen zentriert, Substrate mit Durchmessern von 200 mm resp. 240 mm beschichtet. Dabei galt folgendes:

15 Magnetronquelle: Von der Anmelderin vertriebene ARQ920G-Quelle mit NiV7-Rundtarget.

Targetdurchmesser: 155 mm

Sputterleistung: 500 W bzw. 1 kW

Abgelegte Schichtdicken: 50 bis 100 nm

20 Target/Substrat-Abstand (D): 100 mm bzw. 140 mm

Neigungswinkel  $\beta$  zwischen Zentralachse der Quelle und Substrat-trägerachse:

45°, 48° bzw. 50°

Argondruck:  $2 \times 10^{-3}$  mbar

25 Anwendung für Master Disks

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

**Patentansprüche:**

1. Sputterkammer mit mindestens einer Sputterquelle, mit zu einer Zentralachse mindestens genähert symmetrischer Sputterneufläche, weiter mit einem Substratträger, der getrieben um eine Substratträgerachse drehbar ist, wobei Zentralachse und Substratträgerachse zueinander schief stehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterquelle eine Magnetronsputterquelle ist.

2. Kammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterneufläche bezüglich der Zentralachse im wesentlichen rotationssymmetrisch ist.

3. Kammer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich Zentralachse und Substratträgerachse mindestens genähert schneiden.

4. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für den Winkel  $\beta$  zwischen Zentralachse und Substratträgerachse gilt:

$$30^\circ \leq \beta \leq 60^\circ,$$

bevorzugt

$$40^\circ \leq \beta \leq 55^\circ,$$

insbesondere bevorzugt

$$43^\circ \leq \beta \leq 50^\circ,$$

insbesondere

$$\beta \cong 45^\circ.$$

5. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Zentralachse und Substratträgerachse mindestens genähert auf einer sputterzubeschichtenden Oberfläche eines auf dem Substratträger aufgetragenen Substrates ihren kleinsten Abstand haben.

6. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie beliebig im Raum lageorientiert werden kann, vorzugsweise, dass der Substratträger mindestens genähert horizontal liegt.

7. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Projektion der Sputterneufläche auf eine Ebene senkrecht zur Zentralachse grösser ist als die auf dieselbe Ebene projizierte sputterzubeschichtende Fläche mindestens eines auf dem Substratträger aufnehmbaren Substrates.

8. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei der erwähnten Sputterquellen vorgesehen sind, die gleichzeitig auf ein Substrat zur Wirkung gebracht werden können.

9. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterquelle eine zur Zentralachse im wesentlichen rotationssymmetrische Sputterneufläche aufweist und, im Betrieb, in der Sputterfläche mindestens einen um die Zentralachse kreisförmig umlaufenden Erosionsgraben erzeugt, wobei für den Radius  $r_r$  des Ortes grösster Erosionstiefe des radial äussersten Erosionsgrabens und für den Abstand  $D$  des Ortes geringsten Abstandes von Zentralachse und Substratträgerachse von der Sputterfläche gilt:

$$1/4 \leq r_r / D \leq 2/3.$$

10. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterneufläche bezüglich der Zentralachse im wesentlichen rotationssymmetrisch ist und bezüglich des Sputterflächen-Durchmessers  $\phi_r$  und des Abstandes D zwischen der  
5 Sputterfläche und dem Ort geringsten Abstandes von Zentralachse und Substratträgerachse - vorzugsweise auf der sputterzubeschichteten Substratfläche - gilt:

$$3/4 \leq \phi_r / D \leq 2,$$

bevorzugt

10  $\phi_r \approx 1,2 D.$

11. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratträger zur zentrierten Aufnahme eines oder mehrerer Substrate ausgebildet ist und hierzu eine zur Substratträgerachse zentrierte Substrat-Aufnahme-  
15 fläche aufweist, wobei für den Durchmesser der Aufnahme-  
fläche  $\phi_s$  und für den Abstand D des Ortes geringsten Abstandes von Zentralachse und Substratträgerachse - vorzugsweise auf der zu beschichtenden Substratfläche liegend -, von der Sputterneufläche gilt:

$$\phi_s / D \leq 1,8.$$

20 12. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterneufläche bezüglich der Zentralachse rotationssymmetrisch ist und der Substratträger zur zentrierten Aufnahme eines oder mehrerer Substrate ausgebildet ist und hierzu eine zur Substratträgerachse zentrierte Aufnahme-  
25 fläche aufweist, wobei weiter bezüglich des Durchmessers der Substrataufnahme-  
fläche  $\phi_s$  und des Durchmessers  $\phi_r$  der Sputterneufläche gilt:

$$0,5 < \phi_s / \phi_T \leq 2,4,$$

vorzugsweise

$$1 \leq \phi_s / \phi_T \leq 2,4.$$

13. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekenn-  
5 zeichnet, dass der Substratträger eine zentrierte Aufnahme-  
fläche für mindestens ein Substrat aufweist mit einem Durchmesser  
 $\phi_s$ , für den gilt:

$$50 \text{ mm} \leq \phi_s \leq 400 \text{ mm},$$

vorzugsweise

10  $50 \text{ mm} \leq \phi_s \leq 300 \text{ mm},$

dass der Durchmesser  $\phi_s$  weiter bevorzugt beträgt:

64 mm oder 120 mm oder 160 mm bis 240 mm.

14. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der Substratträger in Richtung der Substratträ-  
15 gerachse getrieben linear verschieblich ist.

15. Kammer nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass in Bearbeitungsposition ein auf dem Substratträ-  
ger angeordnetes Substrat oder der Substratträger selber mit  
der Sputterfläche einen Prozessraum zweiseitig abgrenzt.

- 20 16. Vakuumbehandlungsanlage mit mindestens einer Sputterkammer  
nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sputterkammer über eine oder mehrere Transportkammern mit  
mindestens einer Schleusenkammer verbunden ist, worin Substrate

von der Umgebung in Vakuum ein- bzw. von Vakuum in die Umgebung ausgeschleust werden.

17. Vakuumtransportkammer für scheibenförmige Substrate, gekennzeichnet durch

- 5 • eine Grundplattenstruktur (45), die mit ihrer Innenfläche den Innenraum (3) der Kammer einseitig berandet;
- eine der Innenfläche der Grundplattenstruktur im wesentlichen parallel gegenüberliegende Abdeckungsstruktur mit mindestens zwei der Substratscheibenfläche angepassten Substratdurchreicheöffnungen;
- 10 • eine um eine Drehachse, senkrecht zur Grundplattenstruktur, getrieben drehbewegliche Transporteinrichtung in der Kammer mit mindestens einer Substrataufnahme, welche durch die Drehbewegung in Ausrichtung jeweils mit einer der Öffnungen
- 15 bringbar ist,

wobei eine gesteuerte Dichtungsanordnung die Umrandung mindestens einer der Öffnungen mit der mit ihr in Ausrichtung gebrachten Substrathalterung bzw. einem darauf vorgesehenen Substrat erstellt.

- 20 18. Transportkammer nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die eine der Öffnungen mit einem vorzugsweise motorisch schliessbaren Deckel gegen die Umgebung ausgerüstet ist, wobei Deckel und in Ausrichtung mit dieser Öffnung gebrachte Werkstückaufnahme bzw. ein Werkstück an dieser Aufnahme innen- bzw.
- 25 aussenseitige Schleusenventile für eine an dieser Öffnung integrierte Schleusenkammer bilden.

19. Kammer nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel gegen die Kammer eingebuchtet ist zur Reduktion des abzupumpenden Schleusenvolumens.

5 20. Kammer nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsanordnung mindestens eine um eine Öffnung kammerinnenseitig umlaufende, pneumatisch oder hydraulisch betätigbare Dichtung aufweist.

21. Kammer nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsanordnung eine um die mit dem Deckel versehene Öffnung  
10 kammerseitig umlaufende, pneumatisch oder hydraulisch betätigbare Dichtung aufweist, und dieser Dichtung eine an der Grundplattenstruktur-Innenfläche gegenüberliegende, umlaufende, vorzugsweise pneumatisch oder hydraulisch betätigbare weitere Dichtungsanordnung vorgesehen ist, welche beide Dichtungsanord-  
15 nungen die auf diese Öffnung ausgerichtete Werkstückaufnahme dichtend zwischen sich aufnehmen.

22. Kammer nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme mindestens eine Öffnung, vorzugsweise eine zentrale Öffnung, aufweist.

20 23. Kammer nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel so weit eingebuchtet ist, dass, geschlossen, seine Innenfläche eine Werkstückscheibe auf der mit besagter Öffnung ausgerichteten Werkstückaufnahme gerade nicht berührt.

25 24. Transportkammer nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der genannten Öffnungen vorgesehen sind, die Drehachse der Transporteinrichtung bezüglich einer Verbindungslinie der Öffnungszentren versetzt angebracht ist, und die Werkstückaufnahme von Ausrichtung mit einer der



Öffnungen zu Ausrichtung mit der anderen der Öffnungen eine Schwenkbewegung um die Drehachse von höchstens 120°, vorzugsweise von höchstens 90°, durchführt.

5 25. Transportkammer nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen an der Abdeckungsstruktur im wesentlichen nur soviel getrennt sind, dass dazwischen das Anflanschen einer Vakuumbehandlungskammer möglich ist.

10 26. Transportkammer nach einem der Ansprüche 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse der Transporteinrichtung seitlich an die Grundplattenstruktur angeflanscht ist.

15 27. Transportkammer nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer der Öffnungen, der Abdeckungsstruktur gegenüberliegend und vorzugsweise bezüglich der Öffnung zentriert, an der Grundplattenstruktur ein Werkstückhubantrieb angebracht ist und/oder ein Werkstückdrehantrieb.

20 28. Transportkammer nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückaufnahme einen zentralen Teil aufweist, der vom übrigen mit der Drehachse verbundenen Transporteinrichtungsteil, senkrecht zur Grundplattenstruktur-Innenfläche, abhebbar ist, mit welchem der Hub und/oder Drehantrieb dann gesteuert in Wirkverbindung gebracht wird, wenn die Werkstückaufnahme mit der einen Öffnung ausgerichtet ist, die den erwähnten Antrieb aufweist.

25 29. Vakuumbehandlungsanlage mit einer Vakuumtransportkammer nach einem der Ansprüche 17 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass an mindestens einer der Öffnungen an der Abdeckungsstruktur

5

10

15

15

20

25

— • — • —